


[my account](#)
[learning center](#)
[patent cart](#)
[document ca](#)
[home](#)
[research](#)
[patents](#)
[alerts](#)
[documents](#)
CHAT LIVE
 Be Back Shortly!


Mon-Fri 4AM to 10PM ET

Format Examples
US Patent

US6024053 or 6024053

US Design Patent D0318249

US Plant Patents PP8901

US Reissue RE35312

US SIR H1523

US Applications 20020012233

World Patent Applications

WO04001234 or WO2004012345

European EP01302782

Great Britain Applications

GB2018332

French Applications FR02842406

German Applications

DE29980239

Nerac Document Number (NDN)

 certain NDN numbers can be used
 for patents

[view examples](#)

 6.0 recommended
 Win98SE/2000/XP

Patent Ordering
[help](#)

Enter Patent Type and Number: optional reference note

GO

☐ Add patent to cart automatically. If you
 uncheck this box then you must *click on*
 Publication number and view abstract to Add to
 Cart.

57 Patent(s) in Cart

Patent Abstract
[Add to cart](#)

GER 1989-09-21 03907312 **CERAMIC
 WIDERSTANDSHEIZEINRICHTUNG MIT AMONG EACH
 OTHER INTERCONNECTED WAERMEENTWICKELNDEN
 LEADERS UND OF A SUCH HEIZEINRICHTUNG
 VERWENDENDEN ELECTRO-CHEMICAL ELEMENT OR
 ANALYSIERGERAET**

INVENTOR- MURASE, TAKAO, KOHNAN, AICHI, JP JP
INVENTOR- YOSHIMURA, TSUNENORI, NAGOYA, AICHI, JP
 JP

APPLICANT- NGK INSULATORS, LTD., NAGOYA, AICHI, JP
 JP

PATENT NUMBER- 03907312/DE-A1

PATENT APPLICATION NUMBER- 03907312

DATE FILED- 1989-03-07

DOCUMENT TYPE- A1, DOCUMENT LAID OPEN (FIRST
 PUBLICATION)

PUBLICATION DATE- 1989-09-21

INTERNATIONAL PATENT CLASS- H05B00310;
 G01N02756B2; G01N027406D; H05B00328C

PATENT APPLICATION PRIORITY- 5547188, A

PRIORITY COUNTRY CODE- JP, Japan

PRIORITY DATE- 1988-03-09

FILING LANGUAGE- German

LANGUAGE- German NDN- 203-0226-9181-0

EXEMPLARY CLAIMS- 1. Ceramic resistance heating
 mechanism by a ceramic substrate (2,32,34,62,64) and a
 heating element (4,36,66), the one resistance being i
 meentwiclung enclosure, by it marked that the heat

production part of (6) from a more 2 number of electrically Ohm's heat development leaders (oa, 6b, 6e 6j), who to each other parallel as well as with the electrical conductors (8) into row switched (AI, egg) at everyone several of the heat development leaders it connects, whereby the interconnect points on a length of each heat development leader are to each other beabstandet, exists. 3l by the fact characterized that the ceramic substrate is an electrically isolating layer (2.32.34.62, 64), those with the heat generation part of (6) of the heating element (4,36,66) in contact and from a 3; exhibits. 3. resistance heating mechanism according to requirement 2, characterized by a further electrically isolating layer (12, 32, 34, 62, 64), which of a 4< electrically isolating ceramic(s) material consists (2,32,34,62,64) the ceramic substrate a ceramic(s) structure (2,12,32,34,62,64), into which the heat production part (6) is embedded, forms. oi 4, resistance heating mechanism after one the on ments (4, 36, 66) with the ceramic substrate (2, 32, 34.62.64) together burned, SE 5, resistance heating mechanism is after one of the requirements 1 to 4, by the fact characterized that that see to material exists, and one electrically leitf ae SAE higen material, which as main part a precious metal contain, in an educated manner is characterized by the fact that that is the main part of the electrically conductive metal material EO of the Kerametalls screen end precious metal platinum 7. After resistance heating mechanism requirement, terial the Kerametalls a ceramic material of the ceramic substrate equal it is not essentially sayings 1 to 7, by it characterized that the connecting leaders (10) of the heat production part of (6) have a specific conductance value, that higher than the

NO-DESCRIPTORS

▶ proceed to checkout

③ BUNDESREPUBLIK ② Offenlegungsschrift ⑤ Int. Cl. 4
DEUTSCHLAND ⑪ DE 3907312 A1 H05B 3/10



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑦ Aktenzeichen: P 39 07 312.2
⑧ Anmeldetag: 7. 3. 89
⑨ Offenlegungstag: 21. 9. 89

3. 9. 89

DE 3907312 A1

⑭ Unionspriorität: ⑭ ⑮ ⑯
03.03.88 JP P 63-55471
⑰ Anmelder:
NGK Insulators, Ltd., Nagoya, Aichi, JP

⑱ Vertreter:
Tiedke, H., Dipl.-Ing.; Bühlmg, G., Dipl.-Chem.;
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Grupa, P., Dipl.-Ing.; Pellmann,
H., Dipl.-Ing.; Grams, K., Dipl.-Ing.; Struit, B.,
Dipl.-Chem. Dr. rer. nat.; Winter, K., Dipl.-Ing.; Roth,
R., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑲ Erfinder:
Murase, Takao, Kohman, Aichi, JP; Yoshimura,
Tsunenori, Nagoya, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

① Keramische Widerstandsheizeinrichtung mit untereinander verbundenen wärmeentwickelnden Leitern und eine derartige Heizeinrichtung verwendendes elektrochemisches Element oder Analysiergerät

Eine keramische Widerstandsheizeinrichtung umfasst ein keramisches Substrat sowie ein Heizelement, das ein Widerstands-Wärmeerzeugungsteil aufweist, und elektrische Leiter, die mit dem Wärmeerzeugungsteil zu dessen Erzeugung, um Wärme zu entwickeln, verbunden sind. Das Wärmeerzeugungsteil besteht aus einer Mehrzahl von mit einem elektrischen Widerstand behafteten wärmeentwickelnden Leitern, die zueinander parallel und mit den elektrischen Leitern in Reihe geschaltet sind, sowie aus einer Mehrzahl von Verbindungsleitern, die die wärmeentwickelnden Leiter an einer Mehrzahl von Verbindungspunkten auf jedem der wärmeentwickelnden Leiter verbinden. Die Verbindungspunkte sind über die Länge eines jeden wärmeentwickelnden Leiters mit Abstand zueinander angeordnet. Des weiteren werden ein elektrochemisches Element und ein Sauerstoff-Analysator oder -fühler offenbart, bei denen die keramische Widerstandsheizeinrichtung verwendet wird.

DE 3907312 A1



Die Erfindung bezieht sich allgemein auf eine keramische Widerstandsheizvorrichtung, ein eine derartige keramische Heizvorrichtung enthaltendes elektrochemisches Element und ein ein solches elektrochemisches Element verwendendes Analysiergerät sowie insbesondere auf eine keramische Widerstandsheizvorrichtung von verbesserter Haltbarkeit oder Standzeit und verlängerter Lebenserwartung.

Aus den JP-Patent-OS 61-1 09 289, veröffentlicht 1986, 61-1 38 487, veröffentlicht 1986, und 60-2 12 986, veröffentlicht 1985, sind keramische Widerstandsheizvorrichtungen bekannt. Bei den in diesen Veröffentlichungen offenbarten keramischen Heizvorrichtungen werden ein Widerstandselement, das aus einem elektrisch ohmschen oder mit Widerstand behafteten wärmeentwickelnden Leiter besteht, und dem Heizelement Energie zuführende elektrische Leiter in gewünschten Strukturen einstückig auf einer Fläche eines keramischen Substrats ausgebildet. Das Heizelement wird im allgemeinen auf dem keramischen Substrat beispielsweise durch einen Siebdruckvorgang eines elektrisch leitfähigen Materials (Metall), wie Wolfram oder Platin, gefertigt. Der elektrisch ohmsche, wärmeentwickelnde Leiter wird durch einen ihm von einer äußeren Energiequelle über die elektrischen Leiter zugeführten elektrischen Strom erzeugt, um auf der Grundlage des elektrischen Widerstandes des wärmeentwickelnden Leiters Wärme für eine Beheizung eines gewünschten Gegenstandes oder Bauteils zu erzeugen.

Das in einer geeigneten Struktur ausgebildete Widerstandselement kann jedoch aus dem einen oder anderen Grund, der im Prozeß seiner Herstellung, z. B. durch eine Siebdrucktechnik auftreten kann, Fehler oder Defekte an örtlichen Stellen aufweisen. Beispielsweise können einige Teile des Heizelements eine extrem kleine Dicke auf Grund eines unzulänglichen oder mangelhaften Druckzustandes oder einen abnormal hohen elektrischen Widerstandswert auf Grund eines Einschusses von Fremdstoffen in dem Material haben. Wenn das Heizelement (der wärmeerzeugende Leiter) erzeugt wird, wird eine Spannung über ein fehlerhaftes Teil des Elements hinweg abnormal oder extrem angehoben, so daß das elektrisch leitfähige Metall an der Fehlerstelle überhitzt, gesintert oder gebrochen wird und infolgedessen elektrisch getrennt oder unterbrochen werden kann. Fehler des Heizelements führen dann zu einer erheblich verkürzten Lebenserwartung oder extrem verminderten Standzeiten der keramischen Heizvorrichtung.

Es ist deshalb ein erstes Ziel der Erfindung, eine keramische Widerstandsheizvorrichtung zu schaffen, die ein auf einem keramischen Substrat einstückig ausgebildetes Heizelement umfaßt und bezüglich ihrer Haltbarkeit und betrieblichen Zuverlässigkeit verbessert ist.

Ein zweites Ziel der Erfindung ist darin zu sehen, eine derartige keramische Widerstandsheizvorrichtung zu schaffen, die eine verlängerte Lebenserwartung selbst dann hat, wenn der elektrisch ohmsche, wärmeentwickelnde Leiter des Heizelements einen Defekt oder ein elektrisch getrenntes Teil hat.

Ein drittes Ziel der Erfindung besteht in der Ausbildung eines äußerst haltbaren und zuverlässigen elektrochemischen Elements, dem eine derartige keramische Widerstandsheizvorrichtung eingefügt ist, oder einer in hohem Maß haltbaren sowie zuverlässigen Sauerstoff-Analysier- oder Fühleinrichtung, die ein derartiges

elektrochemisches Element verwendet.

Das erste und zweite Ziel können gemäß einem Gesichtspunkt der Erfindung erreicht werden, wonach eine keramische Widerstandsheizvorrichtung mit einem Keramiksubstrat und einem Heizelement, das ein Widerstands-Wärmeerzeugungsteil sowie mit diesem Wärmeerzeugungsteil verbundene elektrische Leiter zur Erzeugung des Wärmeerzeugungsteils für eine Wärmeentwicklung umfaßt, geschaffen wird. Das Wärmeerzeugungsteil besteht aus einer Mehrzahl von elektrisch ohmschen Wärmeentwicklungsleitern, die zueinander parallel sowie mit den elektrischen Leitern in Reihe geschaltet sind, und einer Mehrzahl von Verbindungsleitern, die die mehreren Wärmeentwicklungsleiter an einer Mehrzahl von Verbindungspunkten an jedem der mehreren Wärmeentwicklungsleiter verbinden. Die Verbindungspunkte sind über eine Länge eines jeden wärmeentwickelnden Leiters zueinander beabstandet.

Bei der keramischen Widerstandsheizvorrichtung gemäß der Erfindung mit dem oben beschriebenen Aufbau wirken die mehreren wärmeentwickelnden Leiter, die im folgenden als Wärmeentwicklungsleiter bezeichnet werden, und die mehreren Verbindungsleiter, die die Wärmeentwicklungsleiter an mehreren Verbindungspunkten verbinden, miteinander zusammen, um ein Netzwerk von Leitern zu bilden. Ein Fehler oder Defekt, der an einer örtlichen Stelle des Netzwerks vorhanden sein kann, wird nicht eine Überhitzung und elektrische Trennung der fehlerhaften Stelle auf Grund einer abnormal erhöhten Spannung über die Fehlstelle hinweg hervorrufen. Selbst wenn die Fehlstelle abgetrennt wird, so ist das Netzwerk von Leitern des Wärmeerzeugungsteils als Ganzes in Stande, Wärme zu erzeugen, und es wird nicht überhitzt, wenngleich die Fehlstelle an sich Wärme nicht erzeugt. Insofern hat die erfindungsgemäße keramische Widerstandsheizvorrichtung eine erheblich gesteigerte Lebensdauer oder Haltbarkeit sowie betriebliche Zuverlässigkeit.

Das Widerstands-Wärmeerzeugungsteil der erfindungsgemäßen keramischen Heizvorrichtung, das gemäß dem Prinzip der Erfindung ausgebildet ist, gewährleistet eine gleichmäßige Verteilung der Wärme über den gesamten vom Netzwerk der Leiter bedeckten Flächenbereich, wodurch eine gleichmäßige Verteilung der Heiztemperatur, eine verbesserte Heizleistung und ein erhöhter Widerstand gegenüber thermischen Beanspruchungen herbeigeführt werden.

Bei der erfindungsgemäßen keramischen Heizvorrichtung wird die Oberflächenschicht oder -lage des Keramiksubstrats, die das Wärmeerzeugungsteil des Heizelements berührt, vorzugsweise aus einem elektrisch isolierenden Keramikmaterial gefertigt. Ferner ist es erwünscht, daß die elektrisch isolierende Lage des Keramiksubstrats mit einer anderen elektrisch isolierenden Lage zusammenwirkt, um das Wärmeerzeugungsteil des Heizelements sandwichartig dazwischen aufzunehmen. Das heißt mit anderen Worten, daß das Wärmeerzeugungsteil vorzugsweise in einer Masse eines elektrisch isolierenden Materials, das die Oberflächenschicht des Keramiksubstrats einschließt, eingebettet wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung gemäß der Erfindung wird wenigstens das Wärmeerzeugungsteil des Heizelements mit dem Keramiksubstrat zusammengebrannt, so daß die Haltbarkeit des Wärmeerzeugungsteils bei einer erhöhten Betriebstemperatur weiter gesteigert wird.

Das Wärmeerzeugungsteil des Heizelements wird im allgemeinen aus einer Metalleramik oder einem Kera-

X

metall, das aus einem keramischen Material besteht, und einem elektrisch leitfähigen metallischen Material, das als Hauptbestandteil ein Edelmetall enthält, gebildet. Bevorzugterweise wird als Hauptbestandteil des elektrisch leitfähigen Metallmaterials der Metallkeramik 5 Platin verwendet. Für eine verbesserte Haftung des Heizelements am Keramiksubstrat ist es erwünscht, daß das Keramikmaterial des Metallkeramik oder des Keramikmetalls im wesentlichen gleich einem Keramikmaterial des Keramiksubstrats ist.

Die Orte der Verbindungspunkte der Wärmeentwicklungsleiter werden vorzugsweise so bestimmt, daß die Verbindungsleiter des Wärmezeugungsteils einen spezifischen Durchgangswiderstandswert haben, der nicht höher ist als der halbe spezifische Durchgangswiderstandswert der Wärmeentwicklungsleiter. In diesem Fall überschreiten die elektrischen Widerstandswerte der Verbindungsleiter nicht die Hälfte der elektrischen Widerstandswerte der Teilstücke oder Abschnitte der Wärmeentwicklungsleiter, die durch einander benachbarte Verbindungspunkte bestimmt oder abgegrenzt werden.

Die in Mehrzahl vorhandenen Wärmeentwicklungsleiter des Wärmezeugungsteils des Heizelements können aus zwei parallelen Wärmeentwicklungsleitern bestehen, die mit den Verbindungsleitern zusammenwirken, um eine Anordnung nach Art einer Sprossenleiter zu bilden. Alternativ können drei oder mehr Wärmeentwicklungsleiter mit den Verbindungsleitern zusammen ein Netz oder ein Gitterwerk bilden.

Die keramische Widerstandsheizeinrichtung nach dem obigen Gesichtspunkt der Erfindung kann in geeigneter Weise für verschiedene Zwecke verwendet werden, z. B. als eine Glühkerze, eine Zündeinrichtung für einen Brenner und als Heizeinrichtungen für verschiedene Gasfühler oder -analysatoren. Insbesondere wird die erfindungsgemäße keramische Heizeinrichtung in vorteilhafter Weise als eine solche zur Beheizung eines elektrochemischen Elements von Gasführern, wie einem Sauerstofffühler, der dazu ausgebildet ist, die Sauerstoffkonzentration der Abgasemission von Brennkraftmaschinen für Kraftfahrzeuge zu bestimmen oder zu messen, verwendet. Ein derartiges elektrochemisches Element weist wenigstens eine elektrochemische Zelle, wobei jede dieser Zellen einen Festelektrolytkörper umfaßt, und wenigstens ein Paar von an dem Festelektrolytkörper ausgebildeten Elektroden auf. Die erfindungsgemäße keramische Heizeinrichtung wird in dem elektrochemischen Element so angeordnet, daß die elektrochemische Zelle oder die elektrochemischen Zellen wirksam und leistungsfähig durch die keramische Heizeinrichtung beheizt wird oder werden.

Das dritte Ziel der Erfindung kann also gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der Erfindung erreicht werden, wonach ein elektrochemisches Element, das wenigstens eine elektrochemische Zelle, die einen Festelektrolytkörper sowie wenigstens ein Paar von an dem Festelektrolytkörper ausgebildeten Elektroden aufweist, und ferner eine keramische Widerstandsheizeinrichtung mit einem Keramiksubstrat, einem Heizelement mit einem Widerstands-Wärmeerzeugungsteil und mit dem Wärmeerzeugungsteil verbundene elektrische Leiter zur Erregung des Wärmeerzeugungsteils für eine Wärmeentwicklung umfaßt, geschaffen wird. Das Wärmeerzeugungsteil besteht aus einer Mehrzahl von elektrisch ohmschen Wärmeentwicklungsleitern, die zueinander parallel sowie mit den elektrischen Leitern in Reihe geschaltet sind, und einer Mehrzahl von Verbindungslei-

tern, welche die in Mehrzahl vorhandenen Wärmeentwicklungsleiter an einer Mehrzahl von Verbindungspunkten an jedem der mehreren Wärmeentwicklungsleiter verbinden, wobei die Verbindungspunkte über die Länge eines jeden Wärmeentwicklungsleiters zueinander beabstandet sind.

Das elektrochemische Element kann in geeigneter Weise für eine Vorrichtung zur Analyse von Sauerstoff verwendet werden, d. h., die erfindungsgemäße keramische Heizeinrichtung kann für eine Sauerstoff-Analysevorrichtung benutzt werden.

Das dritte Ziel kann also auch gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der Erfindung erlangt werden, wonach ein Sauerstoff-Analysiergerät mit wenigstens einer elektrochemischen Zelle, die einen für Sauerstoffionen leitfähigen Festelektrolytkörper sowie wenigstens ein Paar von an dem Festelektrolytkörper ausgebildeten Elektroden aufweist, geschaffen wird. Diese Vorrichtung umfaßt des weiteren eine keramische Widerstandsheizeinrichtung, die ein Keramiksubstrat, ein Heizelement und mit einem Widerstands-Wärmeerzeugungsteil und mit dem Wärmeerzeugungsteil verbundene elektrische Leiter zur Erregung des Wärmeerzeugungsteils für eine Wärmeentwicklung enthält. Das Wärmeerzeugungsteil besteht aus einer Mehrzahl von elektrisch ohmschen Wärmeentwicklungsleitern, die zueinander parallel sowie mit den elektrischen Leitern in Reihe geschaltet sind, und aus einer Mehrzahl von Verbindungsleitern, welche die mehreren Wärmeentwicklungsleiter an einer Mehrzahl von Verbindungspunkten an jedem der mehreren Wärmeentwicklungsleiter verbinden, wobei die Verbindungspunkte zueinander über eine Länge eines jeden Wärmeentwicklungsleiters beabstandet sind.

Durch Anwendung der oben beschriebenen keramischen Heizeinrichtung kann das elektrochemische Element oder das Sauerstoff-Analysegerät oder die Sauerstoff-Fühler Vorrichtung bei einer optimalen Temperatur für eine ganz genau und zuverlässige Arbeitsweise über eine vergleichsweise lange Betriebszeitspanne betrieben werden.

Die obigen und weitere Ziele wie auch die Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden, auf die Zeichnungen Bezug nehmenden Beschreibung von derzeit bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsformen deutlich. Es zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Übersichtsdarstellung einer keramischen Widerstandsheizeinrichtung in ihrer einfachsten Ausbildung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 einen elektrischen Schaltplan, der dem Heizelement der keramischen Widerstandsheizeinrichtung von Fig. 1 entspricht;

Fig. 3(A) bis 3(E) abgebrochene schematische Draufsichten auf verschiedene Ausführungen von Widerstands-Wärmeerzeugungsteilen von keramischen Heizeinrichtungen in verschiedenen Ausführungsformen gemäß der Erfindung;

Fig. 4 eine abgebrochene schematische Draufsicht eines Widerstands-Wärmeerzeugungsteils eines bekannten Heizelements;

Fig. 5 und 6 perspektivische Übersichtsdarstellungen von Beispielen eines elektrochemischen Elements, dem eine keramische Heizeinrichtung gemäß der Erfindung eingegliedert ist.

Die Fig. 1 zeigt ein aus einem geeigneten keramischen Material gebildetes Keramiksubstrat 2, an dem an einer seiner entgegengesetzten Hauptflächen einstückig

X

ein Heizelement 4 ausgebildet ist. Dieses Heizelement 4 besteht aus einem Widerstands-Wärmeerzeugungsteil 6, das zur Entwicklung von Wärme erregt wird, und zwei elektrischen Leitern 8, die das Wärmeerzeugungsteil 6 mit einer äußeren (nicht gezeigten) Energiequelle zur Zufuhr von Energie zum Wärmeerzeugungsteil 6 verbinden.

Das Widerstands-Wärmeerzeugungsteil 6 des Heizelements 4 umfaßt zwei wärmeentwickelnde Leiter (Wärmeentwicklungsleiter) 6a und 6b, die in geeigneten Strukturen oder Mustern ausgebildet sind, so daß sie sich parallel zueinander erstrecken. Die beiden Wärmeentwicklungsleiter 6a und 6b sind an ihren entgegengesetzten Enden mit den elektrischen Leitern 8 in Reihe verbunden. Ferner sind die beiden Wärmeentwicklungsleiter 6a und 6b untereinander durch eine Mehrzahl von Verbindungsleitern 10 verbunden, wobei an den entsprechenden Punkten die Potentiale der beiden Leiter 6a und 6b im wesentlichen einander gleich sind. Das Widerstands-Wärmeerzeugungsteil 6 weist als Ganzes insofern die Gestalt einer Sprossenleiter auf, wie in Fig. 1 gezeigt ist, wobei die beiden Wärmeentwicklungsleiter 6a und 6b miteinander mit Bezug auf die elektrischen Leiter 8 parallel geschaltet sind.

Um das Wärmeerzeugungsteil 6 und die elektrischen Leiter 8 des Heizelements 4 auf dem Keramiksubstrat 2 zu bilden, werden ausgewählte Materialien auf die geeignete Hauptfläche des Keramiksubstrats 2 durch eine angemessene, bekannte Technik, wie Siebdrucken, in einer gewünschten Struktur oder einem gewünschten Schema aufgebracht, worauf die aufgetragenen Materialien zum Heizelement 4 gesintert oder gebrannt werden. Für eine gesteigerte Haltbarkeit der Heizeinrichtung werden die elektrischen Leiter 8 wie auch das Widerstands-Wärmeerzeugungsteil 6 vorzugsweise zusammen mit dem Keramiksubstrat 2 gebrannt. In diesem Fall werden das Wärmeerzeugungsteil 6 und die elektrischen Leiter 8 aus einer Metalleramik oder jeweiligen Kerametallen, von denen jedes ein keramisches Material und ein elektrisch leitfähiges Material enthält, gebildet. Für eine verbesserte Haftung des Heizelements 4 am Keramiksubstrat 2 umfaßt das für das Heizelement 4 verwendete Keramikmaterial üblicherweise ein keramisches Material, das dem Material des Keramiksubstrats 2 gleichartig ist. Das elektrisch leitfähige Material wird im allgemeinen aus einer Gruppe von Edelmetallen und vorzugsweise aus der Platin-Gruppe, insbesondere als Platin, Rhodium, Palladium, Osmium und Iridium, ausgewählt. In mehr bevorzugter Weise wird Platin als ein Hauptbestandteil des im Keramikmaterial enthaltenen elektrisch leitfähigen Materials verwendet.

Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß die Zusammensetzung für die elektrischen Leiter 8 nicht dieselbe sein muß wie die für das Wärmeerzeugungsteil 6, sondern daß sie ein unedles Metall oder Grundmetall als eine Hauptkomponente enthalten oder aus einem Keramikmaterial bestehen kann, das ein Grundmetall und ein keramisches Material enthält. Beispielsweise kann das Grundmetall als Niob, Molybdän, Tantal, Wolfram oder als andere Metalle, die einen relativ hohen Schmelzpunkt haben, aus Aluminium, Titan, Chrom, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel, Kupfer sowie ähnlichen Metallen und aus Legierungen der oben angegebenen Metalle gewählt werden.

Das Keramiksubstrat 2, das das einstückig daran ausgebildete Heizelement 4 trägt, wird aus einem Keramikmaterial gefertigt, dessen Hauptbestandteil beispielsweise aus Zirkonoxid, Aluminiumoxid, Mullit, Kordierit,

Forsterit, Berylliumoxid oder Siliziumnitrid oder einer Mischung hieraus besteht. Ferner kann das Heizelement 4 auf einer Keramikschicht oder -lage gebildet werden, welche aus dem obengenannten Keramikmaterial auf einer metallischen Schicht oder Platte gefertigt wird. Wenngleich das Keramiksubstrat 2 aus Gründen einer leichten Fertigung vorzugsweise eine platten-, tafelförmige oder ebene Gestalt aufweist, kann das Substrat 2 auch andere Gestaltungen haben, z.B. wie eine Röhre oder ein Zylinder.

Das Wärmeerzeugungsteil 6 des auf dem Keramiksubstrat 2 gebildeten Heizelements 4 wird durch eine Schutzschicht oder -lage 12 aus Aluminiumoxid oder anderem geeigneten Material abgedeckt oder geschützt, so daß eine keramische Widerstandsheizeinrichtung mit einer geschützten Struktur gebildet wird. Die Schutzschicht 12 kann entweder eine dichte, kompakte gasdichte Schicht oder eine poröse Schicht sein. Wenn die Schutzschicht eine kompakte, gasdichte Schicht ist, so verhindert sie wirksam die Verflüchtigung des leitfähigen Metalls des Wärmeerzeugungsteils 6 bei einer erhöhten Betriebstemperatur und schützt sie das Wärmeerzeugungsteil 6 gegenüber der umgebenden Atmosphäre. Ist die Schutzschicht 12 eine poröse Schicht, so können durch diese Wärmespannungen wirksam absorbiert oder gemildert werden. Bei der in Rede stehenden Ausführungsform, wobei das Wärmeerzeugungsteil zwischen dem Aluminiumoxid-Keramiksubstrat 2 und der Aluminiumoxid-Schutzschicht 12 sandwichartig aufgenommen ist, wird das Wärmeerzeugungsteil 6 in geeigneter Weise elektrisch isoliert.

Die Fig. 2 zeigt eine elektrische Schaltung, die dem Heizelement 4 der in Rede stehenden keramischen Widerstandsheizeinrichtung entspricht. Eine Gleichstromquelle 14 ist mit den elektrischen Leitern 8 verbunden, um den Wärmeentwicklungsleitern 6a und 6b des Widerstands-Wärmeerzeugungsteils 6 Gleichstrom zuzuführen. Die beiden Leiter 6a und 6b sind untereinander durch jeweils zugeordnete Verbindungsleiter 10 an den Punkten A_i ($i = 1, 2, 3, \dots, j$) und B_i ($i = 1, 2, 3, \dots, j$) verbunden. Die Teilstücke der Wärmeentwicklungsleiter 6a und 6b, die durch die Verbindungspunkte A_i und B_i begrenzt werden, haben jeweils elektrische Widerstandswerte R_{a_i} ($i = 1, 2, 3, \dots, j$) und R_{b_i} ($i = 1, 2, 3, \dots, j$). Andererseits haben die Verbindungsleiter 10 jeweilige elektrische Widerstandswerte r_i .

Bei dem in Gestalt einer Sprossenleiter ausgebildeten Heizelement 4, das aus den Wärmeentwicklungsleitern 6a sowie 6b und den Verbindungsleitern 10 besteht, wird eine an das Wärmeerzeugungsteil 6 gelegte Spannung nicht an einem fehlerhaften Teil, das während der Herstellung aus dem einen oder anderen Grund entstehen kann, der Wärmeentwicklungsleiter 6a und 6b konzentriert.

Wenn beispielsweise das Teilstück des Leiters 6a, das den Widerstandswert R_{a_2} haben soll, fehlerhaft ist und einen extrem erhöhten Widerstandswert R_{a_2}' hat, so fließt der an den Leiter 6a gelegte Strom über den Verbindungspunkt A_1 und durch den Verbindungsleiter 10 mit dem Widerstandswert r_1 zum anderen Leiter 6a und von dort über die Verbindungspunkte B_1 sowie B_2 und durch den Verbindungsleiter 10 mit dem Widerstandswert r_2 zurück zum Leiter 6a. Dadurch geht der elektrische Strom, der durch das Teilstück mit dem abnormal erhöhten Widerstandswert R_{a_2}' fließt, am Verbindungspunkt A_2 in den elektrischen Strom ein, der vom Verbindungspunkt B_2 kommt, wobei die Summe dieser Ströme durch das Teilstück mit dem Wider-

X

standwert R_{a3} fließt. Demzufolge wird die Spannung am fehlerhaften Teilstück, das den gesteigerten Widerstandswert R_{a2} hat, nicht abnormal erhöht.

Folglich wird ein solches fehlerhaftes Teilstück, das im Beispiel der Fig. 2 mit R_{a2} bezeichnet ist, der Wärmeentwicklungsleiter 6a und 6b weniger wahrscheinlich auf eine hohe Temperatur erhitzt und insofern gegenüber einem Bruch oder einer elektrischen Trennung geschützt. Selbst wenn die Leiter 6a und 6b am fehlerhaften Teilstück unterbrochen werden so wird das Heizelement 4 nicht überhitzt, obwohl das getrennte Teilstück Wärme nicht erzeugt. Im Fall einer Trennung des Teilstücks R_{a2} des Leiters 6a, wie oben beispielsweise angedeutet wurde, fließt der Strom vom Verbindungspunkt A1 des Leiters 6a zum Verbindungspunkt B1 des Leiters 6b und dann durch das Teilstück R_{b2} , den Verbindungspunkt B2 und den zugeordneten Verbindungsleiter 10 zurück zum Verbindungspunkt A2. Anschließend fließt der Strom vom Teilstück R_{a3} zum Teilstück R_{a4} des Leiters 6a durch. Insofern wird das Heizelement 4, daß das auf diese Weise konstruierte Wärmeerzeugungsteil 6a hat, nicht überhitzt, selbst wenn ein Defekt im Wärmeerzeugungsteil 6 vorhanden ist, und dadurch erlangt die keramische Widerstandsheizeinrichtung eine extrem lange Lebenserwartung wie auch eine erheblich verbesserte Betriebssicherheit.

Ferner ermöglicht die elektrische Verbindung der beiden Wärmeentwicklungsleiter 6a und 6b durch die Mehrzahl von Verbindungsleitern 10, daß die beiden Leiter 6a und 6b an den entsprechenden Verbindungspunkten A1 und B1 dieselben Potentiale haben, so daß der Wert im Energieverbrauch und die Heiztemperatur des Wärmeerzeugungsteils über den gesamten Bereich der zu beheizenden Struktur gemittelt wird. Demzufolge gewährleistet die erfindungsgemäße keramische Heizvorrichtung eine hohe Heizleistung, eine gleichmäßige Temperaturverteilung und einen erhöhten bzw. verbesserten Widerstand gegen Wärmespannungen.

Die Verbindungspunkte A1 und B1, an denen die beiden Wärmeentwicklungsleiter 6a und 6b durch die Verbindungsleiter 10 verbunden sind, werden vorzugsweise so bestimmt, daß die Spannung über jeden Punkt A1 im wesentlichen gleich der Spannung über jeden entsprechenden Punkt B1 ist. Beispielsweise werden die Orte der Verbindungspunkte A1 und B1, die durch den einen Leiter 10 verbunden sind, und die Orte der Verbindungspunkte A2 sowie B2, die durch den nächsten Leiter 10 verbunden sind, so bestimmt, daß eine Spannung V_{a1} über den Punkt A1 hinweg im wesentlichen gleich einer Spannung V_{b1} über den entsprechenden Punkt B1 hinweg ist, während eine Spannung V_{a2} am nächsten Punkt A2 im wesentlichen gleich einer Spannung V_{b2} am entsprechenden Punkt B2 ist. Jedoch können die Verbindungspunkte A1 und B1 so bestimmt werden, daß eine Differenz ΔV_1 zwischen den Spannungen V_{a1} und V_{b1} nicht höher als 20% einer Spannung V der Energiequelle 14 der Heizvorrichtung ist, um gleichförmige, stetige Stromflüsse durch das Heizelement 4 zu erhalten.

Wenngleich es ideal ist, daß die elektrischen Widerstandswerte m der Verbindungsleiter 10 gleich Null sind, so ist es unnötig, Leiter 10 zu verwenden, deren Widerstandswerte Null sind. In der Praxis sollen die Widerstandswerte m nicht die Hälfte der Widerstandswerte R_{a4} des Leiters 6a ($m \leq R_{a4}/2$, worin $R_{a4} \leq R_{b4}$ ist) überschreiten. Zu diesem Zweck werden die Verbindungsleiter 10 durch einen Siebdruck- oder anderen Vorgang ausgebildet, so daß ihr spezifischer Durchgangswiderstandswert nicht höher ist als die Hälfte desjenigen der Wärmeentwicklungsleiter 6a und 6b. Wie bereits gesagt wurde, werden die Verbindungsleiter 10 vorzugsweise aus einem Kerametal gefertigt, das dem für die Wärmeentwicklungsleiter 6a und 6b verwendeten Kerametal gleichartig ist. In diesem Fall können die elektrischen Widerstandswerte m der Leiter 10 durch Erhöhen des Anteils des elektrisch leitfähigen Metalls des Kerametalls abgesenkt werden.

Das Wärmeerzeugungsteil 6a des Heizelements 4 der keramischen Widerstandsheizvorrichtung gemäß der Erfindung kann unterschiedliche Strukturen oder Ausgestaltungen gegenüber der in Fig. 1 gezeigten Ausgestaltung haben. Beispielsweise kann das Wärmeerzeugungsteil 6 Strukturen haben, wie sie in den Fig. 3(a) bis 3(e) gezeigt sind.

Die in den Fig. 3(a) und 3(b) dargestellten Strukturen sind Varianten der Sprossenleiterstruktur von Fig. 1, wobei die beiden Wärmeentwicklungsleiter 6a und 6b, die mit den elektrischen Leitern 10 parallel geschaltet sind, miteinander durch die Verbindungsleiter 10 an einer Mehrzahl von Verbindungspunkten, welche über die Längen der Leiter 6a und 6b zueinander beabstandet sind, verbunden sind.

Die in den Fig. 3(c) und 3(d) dargestellten Wärmeerzeugungsteile 6 weisen drei Wärmeentwicklungsleiter 6a, 6b sowie 6c auf, die untereinander durch die Verbindungsleiter 10 an einer Mehrzahl von längs der Längen der Leiter 6a-6c angeordneten Verbindungspunkten derart verbunden sind, daß die drei Wärmeentwicklungsleiter 6a, 6b sowie 6c und die Verbindungsleiter 10 miteinander zusammenwirken, um ein Netz- oder Gitterwerk zu bestimmen. Bei der in Fig. 3(c) gezeigten Ausführungsform ist der Leiter 6c an mehreren Stellen auf der Länge des Wärmeerzeugungsteils 6 unterbrochen und geht in den benachbarten Leiter 6b an diesen Stellen ein.

Bei der Ausführungsform von Fig. 3(e) besteht das Wärmeerzeugungsteil 6 aus einer relativ großen Anzahl von Wärmeentwicklungsleitern 6a, 6b, ..., 6j, die rechtwinklig zu den Längen der elektrischen Leiter 8 verlaufen, und einer Mehrzahl von Verbindungsleitern 10, die wiederum rechtwinklig zu den Wärmeentwicklungsleitern 6a-6j verlaufen, so daß das Wärmeerzeugungsteil 6 eine Gitterstruktur annimmt.

Dagegen hat ein Heizelement einer herkömmlichen keramischen Widerstandsheizvorrichtung, wie in Fig. 4 gezeigt ist, ein Wärmeerzeugungsteil 6, das aus einem einzigen schlangen- oder mäandrierförmigen Wärmeentwicklungsleiter besteht, der an seinen entgegengesetzten Enden mit den elektrischen Leitern 8 verbunden ist. Bei dieser herkömmlichen Anordnung kann ein fehlerhaftes Teil dieses einzelnen Wärmeentwicklungsleiters 6 eine abnormal erhöhte Spannung an der örtlichen fehlerhaften Stelle erzeugen, woraus eine Trennung des Heizelements resultiert, was eine verminderte Lebenserwartung der keramischen Heizvorrichtung zur Folge hat.

Die Vorteile der keramischen Heizvorrichtung gemäß der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung von Beispielen deutlich.

Beispiele

Zuerst wurde eine Aluminiumoxidpaste durch Drucken auf die eine Oberfläche von einem jeden von insgesamt 60 ungesinterten Zirkonerdetafeln oder -platten aufgebracht, so daß eine ungebrannte Aluminiumoxid-

X

schicht auf jeder ungesinterten Platte gebildet wurde. Nach dem Trocknen der Aluminiumoxidschichten wurde durch Drucken eine Platinpaste auf die Aluminiumoxidschichten der ungesinterten Zirkonoxidtafel aufgebracht, um Heizelemente mit drei unterschiedlichen Strukturen oder Ausbildungen [a], [b] und [c] des Wärmeerzeugungsteils auf den jeweiligen Sätzen von ungesinterten Zirkonoxidtafeln auszugestalten, wobei jeder Satz aus 20 Tafeln bestand. Eine weitere ungebrannte Aluminiumoxidschicht und eine weitere ungesinterte Zirkonoxidtafel wurden so ausgebildet, daß sie das Heizelement abdeckten. Die auf diese Weise erhaltenen Schichtenstrukturen, von denen jede das zwischen die beiden ungesinterten Zirkonoxidplatten eingefügte Heizelement aufwies, wurden zu entsprechenden keramischen Heizeinrichtungen gebrannt, die in drei Gruppen in Abhängigkeit von den Strukturen des Wärmeerzeugungsteils eingeteilt wurden.

Die Wärmeerzeugungsstruktur [a], die in Fig. 4 gezeigt ist, wurde für eine Gruppe von 20 Vergleichs-Keramikeinrichtungen verwendet, die als Vergleichsbeispiel [A] bezeichnet werden. Die Struktur [b] wies die Wärmeerzeugungsstruktur 6a und 6b gemäß Fig. 3(a) auf, sie war jedoch nicht mit den Verbindungsleitern 10 versehen. Diese Struktur [b] wurde für eine weitere Gruppe von 20 keramischen Vergleichs-Heizeinrichtungen verwendet, die als Vergleichsbeispiel [B] bezeichnet werden. Die in Fig. 3(a) gezeigte Struktur [c] wurde für eine Gruppe von 20 Keramikeinrichtungen gemäß der Erfindung verwendet, die als Erfindungsbeispiel [C] bezeichnet werden.

Die Heizelemente aller dieser keramischen Heizeinrichtungen (Vergleichsbeispiele [A] sowie [B] und Erfindungsbeispiel [C]) haben einen elektrischen Widerstandswert von 5,5–6,5 Ohm. Die für die Wärmeerzeugungsstruktur 6a und 6b der Wärmeerzeugungsstrukturen [a] und [b] der Vergleichsbeispiele [A] und [B] verwendete Platinpaste hatte einen Platinanteil von 60 Vol.-%. Für die Wärmeerzeugungsstruktur [c] des Erfindungsbeispiels [C] hatte die Platinpaste einen Pt-Gehalt von 60 Vol.-% für die Wärmeerzeugungsleiter und von 90 Vol.-% für die Verbindungsleiter 10. Der restliche Anteil der Platinpaste besteht aus einem Keramikmaterial, das grundsätzlich als Aluminiumoxid zusammengesetzt ist.

Die keramischen Heizeinrichtungen der Vergleichsbeispiele [A] sowie [B] und des Erfindungsbeispiels [C] wurde einem kontinuierlichen Erregungstest für 5000 h bei Raumtemperatur in der Atmosphäre mit einer den Heizelementen zugeführten Gleichspannung von 16 V unterworfen. Ferner wurden die keramischen Heizeinrichtungen einem diskontinuierlichen Erregungstest bei -40°C unterworfen, wobei 50 000 An/Aus-Zyklen durchgeführt wurden und jedes der Heizelemente mit einer Gleichspannung von 16 V für 5 min erregt und für 5 min entregt wurde.

Der kontinuierliche Erregungstest zeigte, daß an zwei keramischen Heizeinrichtungen des Vergleichsbeispiels [A] und an drei keramischen Heizeinrichtungen des Vergleichsbeispiels [B] die Heizelemente elektrisch getrennt wurden. Jedoch wurde bei den 20 keramischen Heizeinrichtungen nach dem Erfindungsbeispiel [C] keinerlei elektrische Trennung oder Unterbrechung der Heizelemente festgestellt. Der diskontinuierliche Erregungstest zeigte eine elektrische Trennung der Heizelemente an zwei keramischen Heizeinrichtungen sowohl bei dem Vergleichsbeispiel [A] wie auch bei dem Vergleichsbeispiel [B], während bei dem Erfindungsbeispiel

[C] keine elektrische Trennung oder Unterbrechung festzustellen war.

Wenngleich die keramischen Widerstandsbeizeinrichtungen gemäß der Erfindung für verschiedene Zwecke verwendet werden können, so gibt die Fig. 5 ein Anwendungsbeispiel für die erfindungsgemäße keramische Heizeinrichtung, wobei es sich um die einfachste Form eines elektrochemischen Sauerstoff-Fühlements handelt, denn die keramische Heizeinrichtung gemäß der Erfindung eingeleitet ist. Für eine wirksame Beheizung des elektrochemischen Sauerstoff-Fühlements (der Zelle) werden das Fühlement und die keramische Heizeinrichtung zusammen zu einem Heizelement mit eingeleitetem Fühlement gebrannt, bei dem die keramische Heizeinrichtung ein integriertes Teil des Fühlements bildet.

Wie die Fig. 5 zeigt, umfaßt die das Sauerstoff-Fühlement bildende elektrochemische Zelle einen ebenen Festelektrolytkörper 20 aus einem für Sauerstoffionen leitfähigen Keramikmaterial, wie Zirkonerde, was in der einschlägigen Technik bekannt ist. Der Festelektrolytkörper 20 trägt ein Paar von an seinen entgegengesetzten Hauptflächen ausgebildeten Elektroden, d. h. eine Meßelektrode 22 und eine Bezugselektrode 24. Die Elektroden 22 und 24 sind elektrisch über geeignete Leiter mit einer äußeren Ermittlungsvorrichtung, z. B. einem Potentiometer 26, verbunden, so daß die Sauerstoffkonzentration einer Atmosphäre, der die Meßelektrode 22 ausgesetzt wird, durch das Potentiometer 26 gemäß dem Prinzip einer bekannten Sauerstoff-Konzentrationszelle ermittelt wird. Die Bezugselektrode 24 ist einem Bezugsgas ausgesetzt, z. B. Luft, das im Bezugsgaskanal 30, der durch das Festelektrolytmaterial 20, einen U-förmigen Abstandshalter 28 aus Zirkonerde oder anderem Keramikmaterial und einer elektrisch isolierenden Lage (Isoliertage) 32 abgegrenzt wird, vorhanden ist. Der Abstandshalter 28 ist zwischen den Festelektrolytkörper 20 und die Isoliertage 32 eingefügt.

Die Isoliertage 32 besteht aus einer dichten, kompakten Schicht von Zirkonerde oder anderem Keramikmaterial mit einem hohen elektrischen Widerstand. Diese Isoliertage 32 bildet ein Teil einer keramischen Widerstandsbeizeinrichtung für eine Beheizung des elektrochemischen Elements bzw. der elektrochemischen Zelle 20, 22, 24 über den Abstandshalter 28. Die keramische Heizeinrichtung enthält ein Heizelement 26, das gemäß der Erfindung ausgestaltet und einstückig mit sowie zwischen der Isoliertage 32 und einer weiteren, der Isoliertage 32 gleichartigen elektrisch isolierenden Lage 34 ausgebildet ist. Das Heizelement 36 hat dieselbe Ausgestaltung oder Struktur wie das in Fig. 1 gezeigte Heizelement 4, so daß eine nähere Beschreibung unterbleiben kann, da auch in Fig. 5 für entsprechende Teile die in Fig. 1 benutzten Bezugszahlen verwendet werden.

Das erfindungsgemäße elektrochemische Element, das die keramische Heizeinrichtung aufweist, deren Heizelement 36 mit geringster Wahrscheinlichkeit getrennt oder unterbrochen wird, kann bei einer geregelten Betriebstemperatur mit einer hohen Genauigkeit in bezug auf die Sauerstoff-Ermittlung für eine sehr lange Zeitspanne arbeiten. Ferner gewährleistet die Ausbildung des Wärmeerzeugungsteils 6 des Heizelements 36 eine gleichförmige Wärmeverteilung über das Ermittlungsteil des elektrochemischen Elements, so daß eine gesteigerte Genauigkeit in der Messung einer Sauerstoffkonzentration der Messung unterliegenden Gases erfolgt wird.

Wenngleich das elektrochemische Fühlement von

X

Fig. 5 lediglich eine elektrochemische Zelle aufweist, so kann die keramische Heizeinrichtung gemäß der Erfindung in gleicher Weise auf ein elektrisches Fühlelement mit einer Mehrzahl von elektrochemischen Zellen, wie in Fig. 6 gezeigt ist, Anwendung finden, um die Konzentration einer gewünschten Komponente des Meßgases zu ermitteln oder zu messen.

Im einzelnen verwendet das elektrochemische Fühlelement von Fig. 6 zwei elektrochemische Zellen, nämlich eine elektrochemische Pumpzelle und eine elektrochemische Fühlzelle. Die Pumpzelle weist einen ebenen Festelektrolytkörper 40, eine ringförmige äußere Pumpelektrode 42, die dem externen Meßgas ausgesetzt ist, und eine ringförmige innere Pumpelektrode 46, die zu einem kreisförmigen, dünnen und flachen Raum 44 hin freiliegt, auf. Die elektrochemische Fühlzelle umfaßt einen ebenen Festelektrolytkörper 48, eine zum kreisförmigen, dünnen Raum 44 hin freiliegende Meßelektrode 50 und eine zu einem Bezugsgaskanal 52 freiliegende Bezugselektrode 54.

Der kreisförmige, dünne und flache Raum 44 wird dadurch bestimmt, daß ein durch einen Abstandshalter 55 aus Zirkonerde oder gleichartigem Material, der sich zwischen den Festelektrolytkörpern 40 und 48 befindet, hindurch ausgebildetes rundes Loch durch diese beiden Festelektrolytkörper abgeschlossen wird. Der dünne, flache Raum 44 steht mit dem äußeren Meßgas durch eine den Festelektrolytkörper 40 durchsetzende Gaseintrittsöffnung 56 in Verbindung, wobei diese Öffnung 56 in einem mittigen Teil des flachen Raumes 44 offen ist. Das externe Meßgas wird insofern in den kreisförmigen, flachen Raum 44 durch die Gaseintrittsöffnung 56 eingeführt, worauf es sich in diesem flachen Raum 44 in radialer Richtung unter einem vorbestimmten Diffusionswiderstand, der durch die relativ geringe Dicke des Raumes 44 erzeugt wird, ausbreitet. Das Meßgas kommt insofern mit der inneren Pumpelektrode 46 und der Meßelektrode 50 in Berührung. Der Bezugsgaskanal 52, zu dem die Bezugselektrode 54 freiliegt, wird dagegen so abgegrenzt, daß ein rechtwinkliger, in einem Abstandshalter 58 aus Zirkonerde oder gleichartigem Material ausgebildeter Ausschnitt durch den Festelektrolytkörper 48 sowie eine Abdecklage oder -schicht 60 aus Zirkonerde oder gleichartigem Material abgeschlossen wird. Der Bezugsgaskanal 52 steht an seinem einen Ende mit der Umgebungsluft oder -luft in Verbindung.

Wenn das elektrochemische Element von Fig. 6 als ein Sauerstofffühler verwendet wird, ermittelt eine geeignete äußere Erfassungseinrichtung eine elektronenmotorische Kraft, die zwischen der Meß- sowie Bezugselektrode 50 und 54, die mit dem Festelektrolytkörper 48 zur Bildung einer Sauerstoff-Konzentrationszelle zusammenwirken, auf Grund eines Unterschiedes in der Sauerstoffkonzentration zwischen dem Meßgas, das im dünnen, flachen Raum 44 sich ausbreitet, und dem Bezugsgas (Umgebungsluft), das im Bezugsgaskanal 52 vorhanden ist, induziert wird. Gleichzeitig wird ein geregelter elektrischer Strom zwischen der äußeren sowie inneren Pumpelektrode 42 und 46, die mit dem Festelektrolytkörper 40 zur Bildung einer weiteren Sauerstoff-Konzentrationszelle zusammenarbeiten, angelegt, um einen Sauerstoff-Pumpvorgang zu bewirken, so daß die Sauerstoffkonzentration der innerhalb des dünnen, flachen Raumes 44, zu dem die innere Pumpelektrode 46 und die Meßelektrode 50 freiliegen, befindlichen Atmosphäre auf einen vorbestimmten Wert geregelt wird. Die Sauerstoffkonzentration des Meßgases kann durch

Messen des an die beiden Pumpelektroden 42 und 46 gelegten Stromes bestimmt werden.

Das elektrochemische Fühlelement mit der Pump- und Fühlzelle mit dem oben beschriebenen Aufbau enthält auch eine einstückig an der Außenfläche der Abdecklage 60 ausgebildete keramische Heizeinrichtung. Diese Heizeinrichtung umfaßt zwei elektrisch isolierende Lagen 62 und 64 aus Aluminiumoxid oder gleichartigem Material und ein zwischen die beiden Isolierlagen 62, 64 eingefügtes Heizelement 66, das in seiner Ausgestaltung den Heizelementen 4 bzw. 36 von Fig. 1 bzw. 5 gleichartig ist.

Bei der Ausführungsform von Fig. 6 sind die Teile der elektrischen Leiter 8 des Heizelements 66, die dem Wärmezeugungsteil 6 benachbart sind, an der inneren Isolierlage 62 und die übrigen Teile der Leiter 8 an der Außenfläche der äußeren Isolierlage 64 ausgebildet. Die beiden Leiter Teile sind durch die äußere Isolierlage 64 durchsetzende Verbindungsstücke, wie in Fig. 6 gestrichelt angedeutet ist, verbunden. An den vom Wärmezeugungsteil 6 fernliegenden Enden sind die elektrischen Leiter 8 an die externe Fühleinrichtung oder -schaltung angeschlossen.

Dieses elektrochemische Fühlelement wird auch wirksam durch die keramische Heizeinrichtung beheizt, um eine exakte und zuverlässige Arbeitsweise bei einer optimalen Temperatur über eine sehr lange Zeitspanne zu erreichen.

Bei den gezeigten und erläuterten Ausführungsformen bestehen die Festelektrolytkörper aus stabilisierter Zirkonerde (ZrO_2). Wenngleich es von Vorteil ist, einen für Sauerstoffionen leitfähigen Festelektrolyt, dessen Hauptbestandteil aus Zirkonerde besteht, zu verwenden, insbesondere wenn das elektrochemische Fühlelement für einen Sauerstoff-Konzentrationsfühler oder Sauerstoff-Analysator zur Anwendung kommt, so können die Festelektrolytkörper aus anderen Festelektrolytmaterialien, die für Sauerstoffionen leitfähig sind, wie SiC_2O_3 , oder einer festen Lösung (Mischkristall) von Bi_2O_3 und Oxiden von seltenen Erden gebildet werden.

Wird das elektrochemische Fühlelement für die Ermittlung einer Komponente eines Meßgases, die kein Sauerstoff ist, verwendet, so werden die Festelektrolytkörper aus einem Festelektrolytmaterial gebildet, das dazu geeignet ist, diese Komponente zu erfassen.

Erfindungsgemäß umfaßt eine keramische Widerstandsheizeinrichtung ein keramisches Substrat sowie ein Heizelement, das ein Widerstands-Wärmezeugungsteil aufweist, und elektrische Leiter, die mit dem Wärmezeugungsteil zu dessen Erregung, um Wärme zu entwickeln, verbunden sind. Das Wärmezeugungsteil besteht aus einer Mehrzahl von mit einem elektrischen Widerstand behafteten wärmeentwickelnden Leitern, die zueinander parallel und mit den elektrischen Leitern in Reihe geschaltet sind, sowie aus einer Mehrzahl von Verbindungsleitern, die die wärmeentwickelnden Leiter an einer Mehrzahl von Verbindungspunkten auf jedem der wärmeentwickelnden Leiter verbinden. Die Verbindungspunkte sind über die Länge eines jeden wärmeentwickelnden Leiters mit Abstand zueinander angeordnet. Des weiteren werden ein elektrochemisches Element und ein Sauerstoff-Analysator oder -fühler offenbart, bei denen die keramischen Widerstandsheizeinrichtung verwendet wird.

Wenngleich die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen in Gestalt einer keramischen Widerstandsheizeinrichtung, eines eine solche keramische Heizeinrichtung einschließenden elektrochemischen

X

Elements und einer elektrochemischen Vorrichtung, wie einem Sauerstoff-Analysiergerät, das ein derartiges elektrochemisches Element verwendet, beschrieben wurde, so ist klar, daß die Erfindung nicht auf die dargestellten und erläuterten Ausführungsformen begrenzt ist, sondern bei Kenntnis der durch die Erfindung vermittelten Lehre mit verschiedenen Änderungen und Abwandlungen verwirklicht werden kann, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Patentsprüche

1. Keramische Widerstandsheizvorrichtung mit einem Keramiksubstrat (2, 32, 34, 62, 64) und einem Heizelement (4, 36, 66), das ein Widerstands-Wärmeerzeugungsteil (6) sowie mit diesem Wärmeerzeugungsteil verbundene elektrische Leiter (8) zur Erzeugung des Wärmeerzeugungsteils für eine Wärmeentwicklung umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmeerzeugungsteil (6) aus einer Mehrzahl von elektrisch ohmschen Wärmeentwicklungsleitern (6a, 6b, 6c-6j) die zueinander parallel sowie mit den elektrischen Leitern (8) in Reihe geschaltet sind, und einer Mehrzahl von Verbindungsleitern (10), die die Mehrzahl von Wärmeentwicklungsleitern an einer Mehrzahl von Verbindungspunkten (A1, B1) an jedem der mehreren Wärmeentwicklungsleiter verbinden, wobei die Verbindungspunkte auf einer Länge eines jeden Wärmeentwicklungsleiters zueinander beabstandet sind, besteht.
2. Widerstandsheizvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das keramische Substrat eine elektrisch isolierende Lage (2, 32, 34, 62, 64), die mit dem Wärmeerzeugungsteil (6) des Heizelements (4, 36, 66) in Berührung ist und aus einem elektrisch isolierenden Keramikmaterial besteht, aufweist.
3. Widerstandsheizvorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine weitere elektrisch isolierende Lage (12, 32, 34, 62, 64), die aus einem elektrisch isolierenden Keramikmaterial besteht und zusammen mit der elektrisch isolierenden Lage (2, 32, 34, 62, 64) des Keramiksubstrats eine Keramikstruktur (2, 12, 32, 34, 62, 64), in die das Wärmeerzeugungsteil (6) eingebettet ist, bildet.
4. Widerstandsheizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens das Wärmeerzeugungsteil (6) des Heizelements (4, 36, 66) mit dem Keramiksubstrat (2, 32, 34, 62, 64) zusammen gebrannt ist.
5. Widerstandsheizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Wärmeerzeugungsteil (6) des Heizelements (4, 36, 66) aus einem Keramikmaterial besteht, und einem elektrisch leitfähigen Material, das als Hauptbestandteil ein Edelmetall enthält, gebildet ist.
6. Widerstandsheizvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das den Hauptbestandteil des elektrisch leitfähigen Metallmaterials des Keramikmaterials bildende Edelmetall Platin ist.
7. Widerstandsheizvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das keramische Material des Keramiksubstrats gleich ist.
8. Widerstandsheizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleiter (10) des Wärmeerzeugungsteils

(6) einen spezifischen Durchgangswiderstandswert haben, der nicht höher als der halbe spezifische Durchgangswiderstandswert der Wärmeentwicklungsleiter (6a, 6b, 6c-6j) ist.

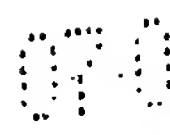
9. Widerstandsheizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mehrzahl der Wärmeentwicklungsleiter des Wärmeerzeugungsteils (6) des Heizelements (4) aus zwei parallelen Wärmeentwicklungsleitern (6a, 6b) besteht.

10. Widerstandsheizvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Mehrzahl von Wärmeentwicklungsleitern (6a, 6b, 6c-6j) und die Mehrzahl von Verbindungsleitern (10) des Wärmeerzeugungsteils (6) des Heizelements (4) gemeinsam eine gitterartige Struktur bilden.

11. Elektrochemisches Element mit wenigstens einer elektrochemischen Zelle, die einen Festelektrolytkörper (20, 40, 48) sowie wenigstens ein Paar von an dem Festelektrolytkörper ausgebildeten Elektroden (22, 24, 42, 46, 50, 54) aufweist, gekennzeichnet durch eine keramische Widerstandsheizvorrichtung, die ein Keramiksubstrat (32, 34, 62, 64), ein Heizelement (36, 66) mit einem Widerstands-Wärmeerzeugungsteil (6) und mit dem Wärmeerzeugungsteil verbundene elektrische Leiter (8) zur Erzeugung des Wärmeerzeugungsteils für eine Wärmeentwicklung umfaßt, wobei das Wärmeerzeugungsteil (6) aus einer Mehrzahl von elektrisch ohmschen Wärmeentwicklungsleitern (6a, 6b) die zueinander parallel sowie mit den elektrischen Leitern (8) in Reihe geschaltet sind, und einer Mehrzahl von Verbindungsleitern (10) besteht, welche die Mehrzahl von Wärmeentwicklungsleitern an einer Mehrzahl von Verbindungspunkten (A1, B1) an jedem der mehreren Wärmeentwicklungsleiter, über deren jeweilige Länge die Verbindungspunkte zueinander beabstandet sind, verbinden.

12. Sauerstoff-Analysiergerät mit wenigstens einer elektrischen Zelle, die einen für Sauerstoffionen leitfähigen Festelektrolytkörper (20, 40, 48) sowie wenigstens ein Paar von an dem Festelektrolytkörper ausgebildeten Elektroden (22, 24, 42, 46, 50, 54) aufweist, gekennzeichnet durch eine keramische Widerstandsheizvorrichtung, die ein Keramiksubstrat (32, 34, 62, 64), ein Heizelement (36, 66) mit einem Widerstands-Wärmeerzeugungsteil (6) und mit dem Wärmeerzeugungsteil verbundene elektrische Leiter (8) zur Erzeugung des Wärmeerzeugungsteils für eine Wärmeentwicklung umfaßt, wobei das Wärmeerzeugungsteil (6) aus einer Mehrzahl von elektrisch ohmschen Wärmeentwicklungsleitern (6a, 6b) die zueinander parallel sowie mit den elektrischen Leitern (8) in Reihe geschaltet sind, und einer Mehrzahl von Verbindungsleitern (10) besteht, welche die Mehrzahl von Wärmeentwicklungsleitern an einer Mehrzahl von Verbindungspunkten (A1, B1) an jedem der mehreren Wärmeentwicklungsleiter, über deren jeweilige Länge die Verbindungspunkte zueinander beabstandet sind, verbinden.

X

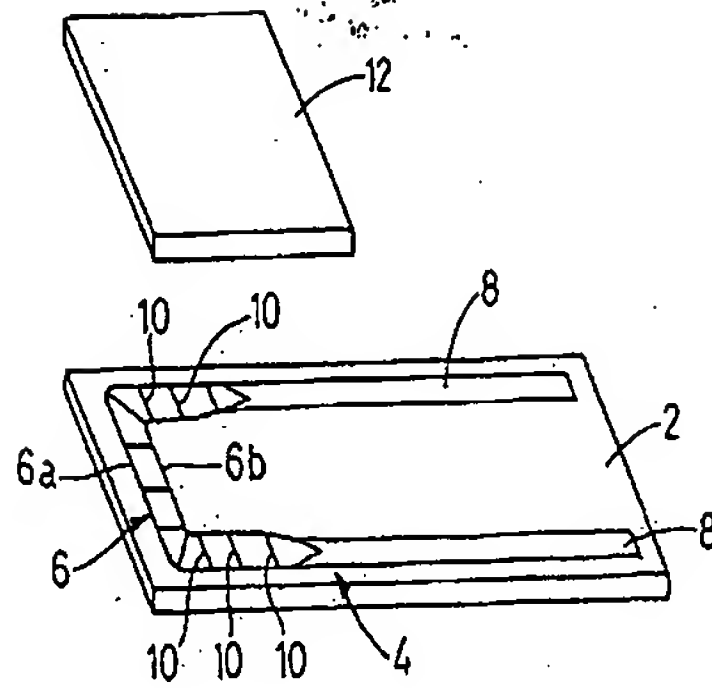


Nummer: 39 07 312
Int. Cl.: H 05 B 3/10
Anmeldetag: 7. März 1989
Offenlegungstag: 21. September 1989

3907312

29

FIG. 1



938 832/584

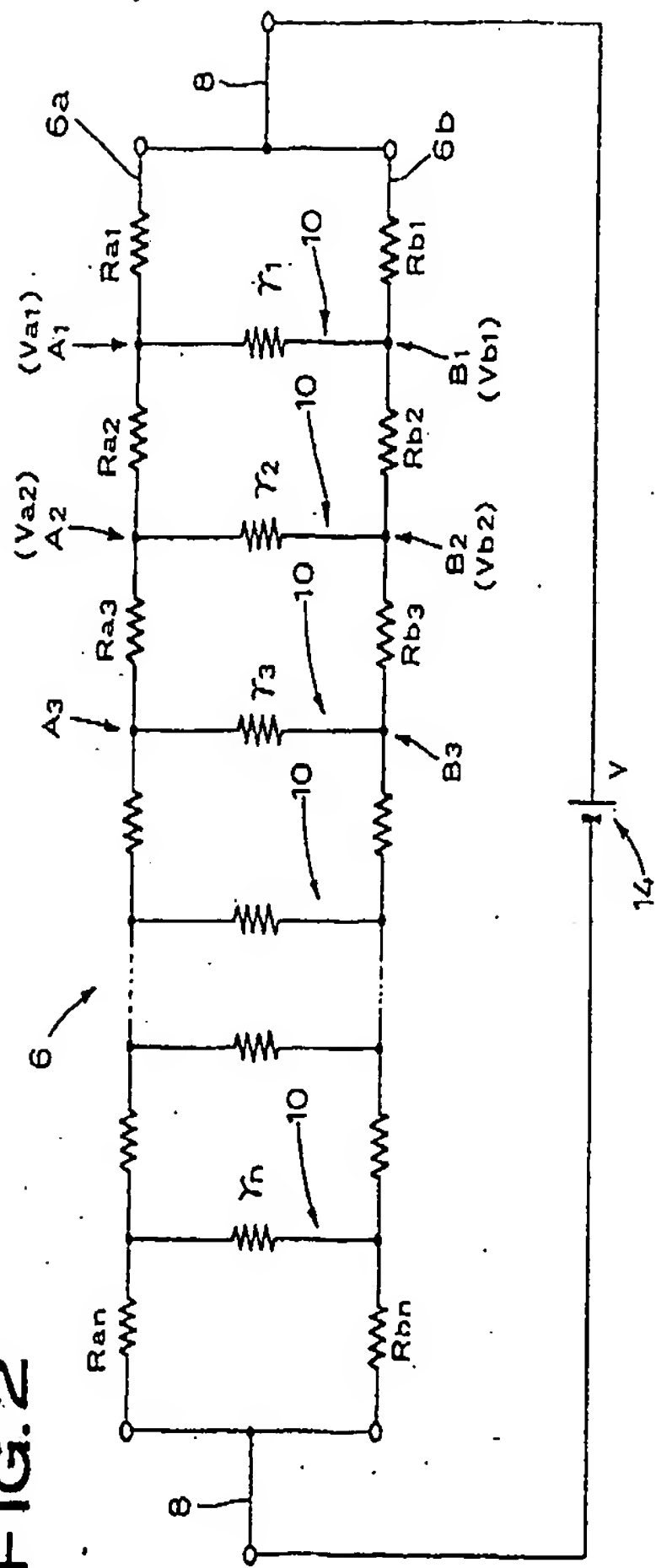
X

07004

3907312

30

FIG. 2



X

07-03-99

3907312

FIG.3(a)

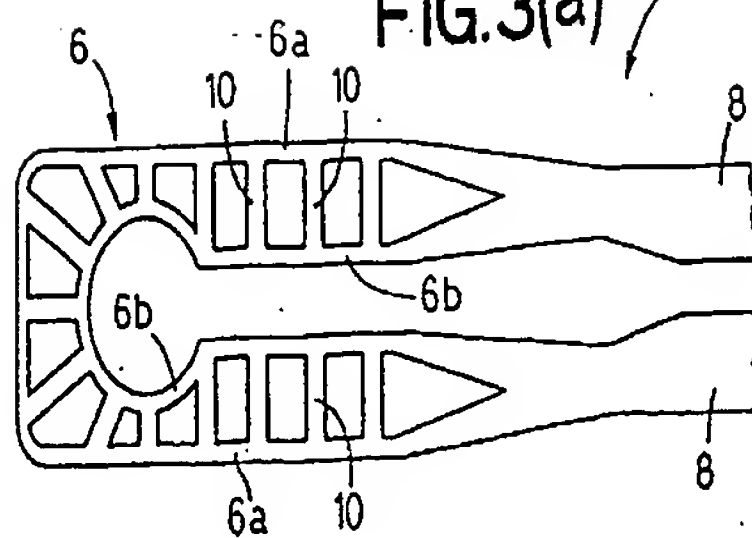


FIG.3(b)

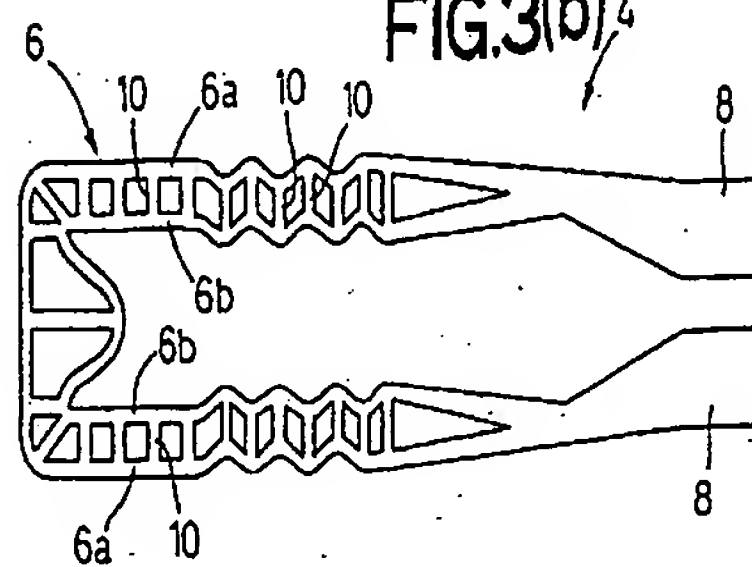
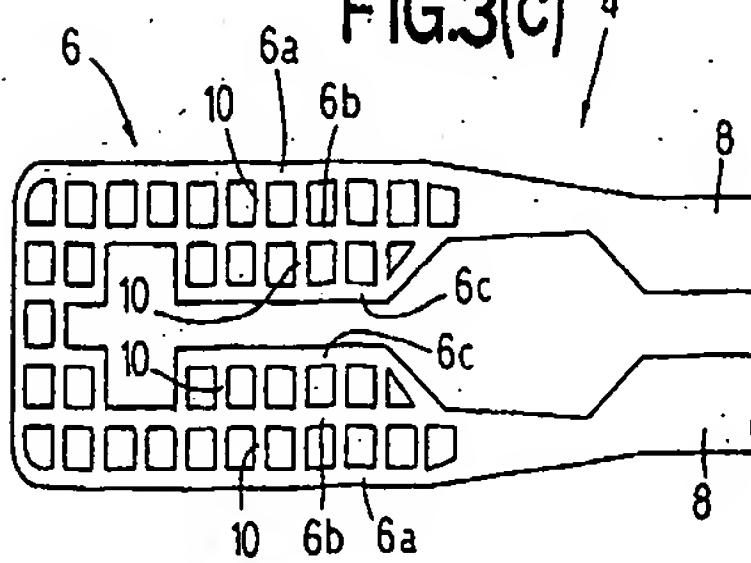


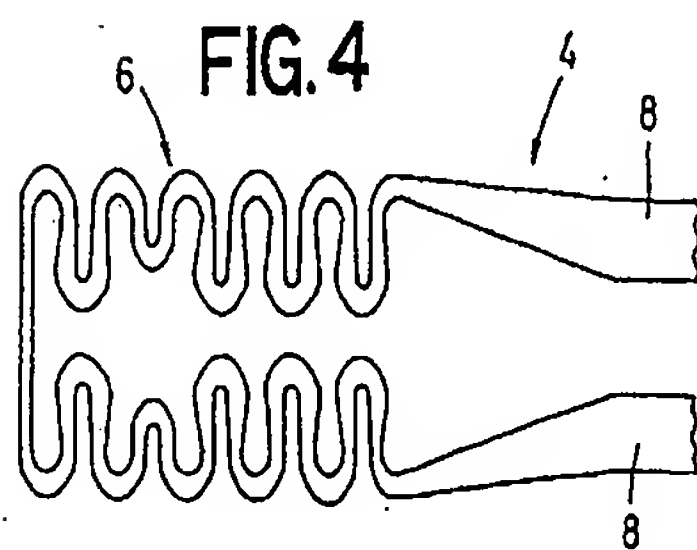
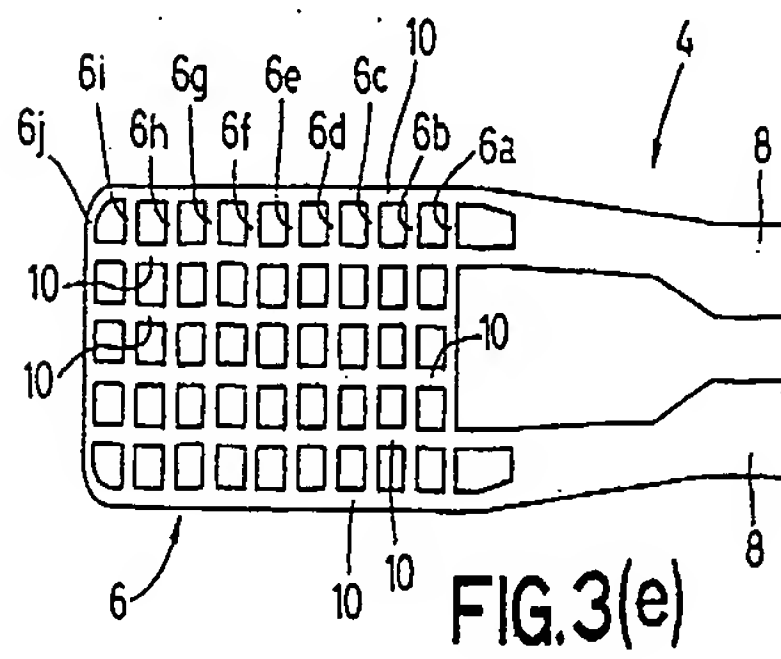
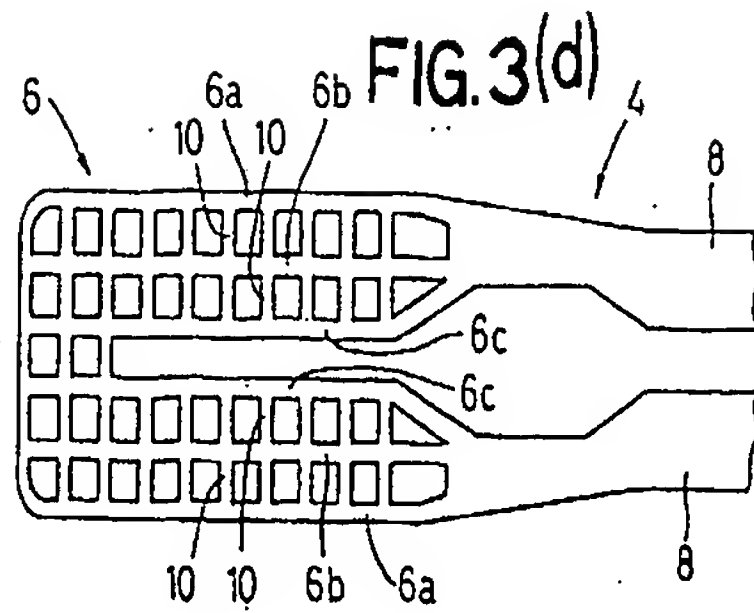
FIG.3(c)



X

07-15-03

3907312



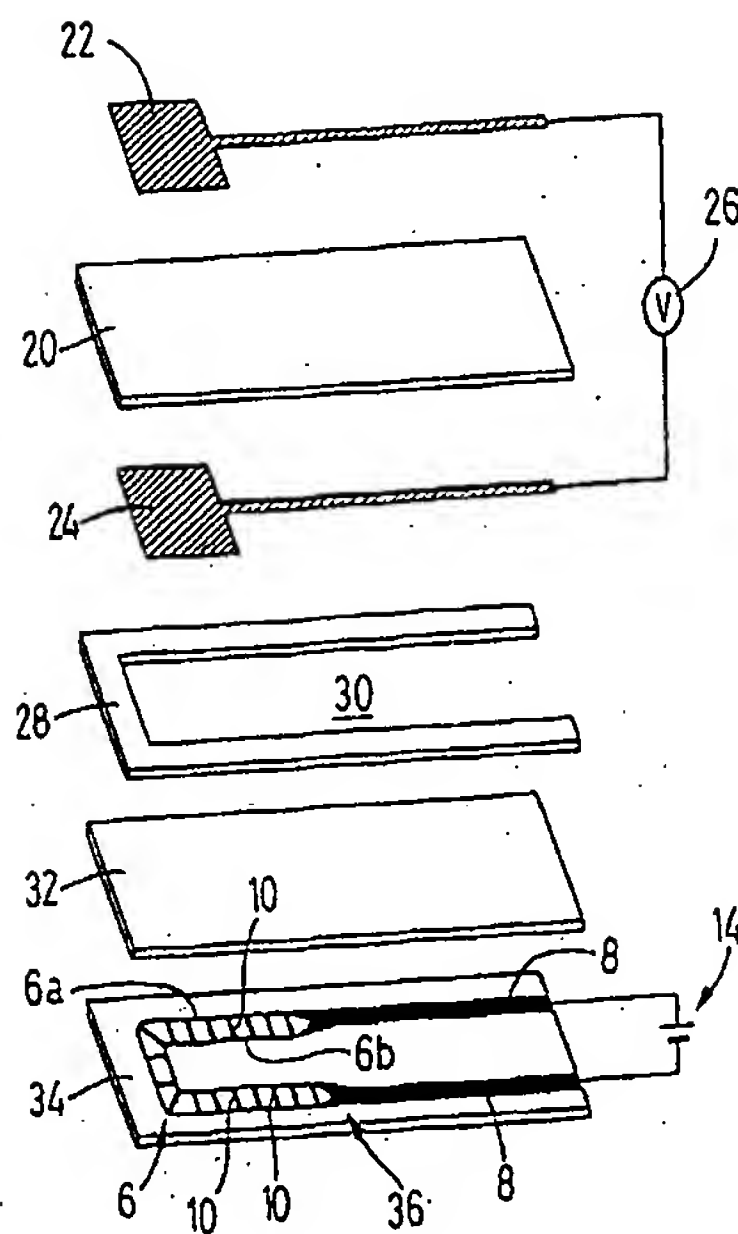
X

07-03-89

3907342

23

FIG. 5



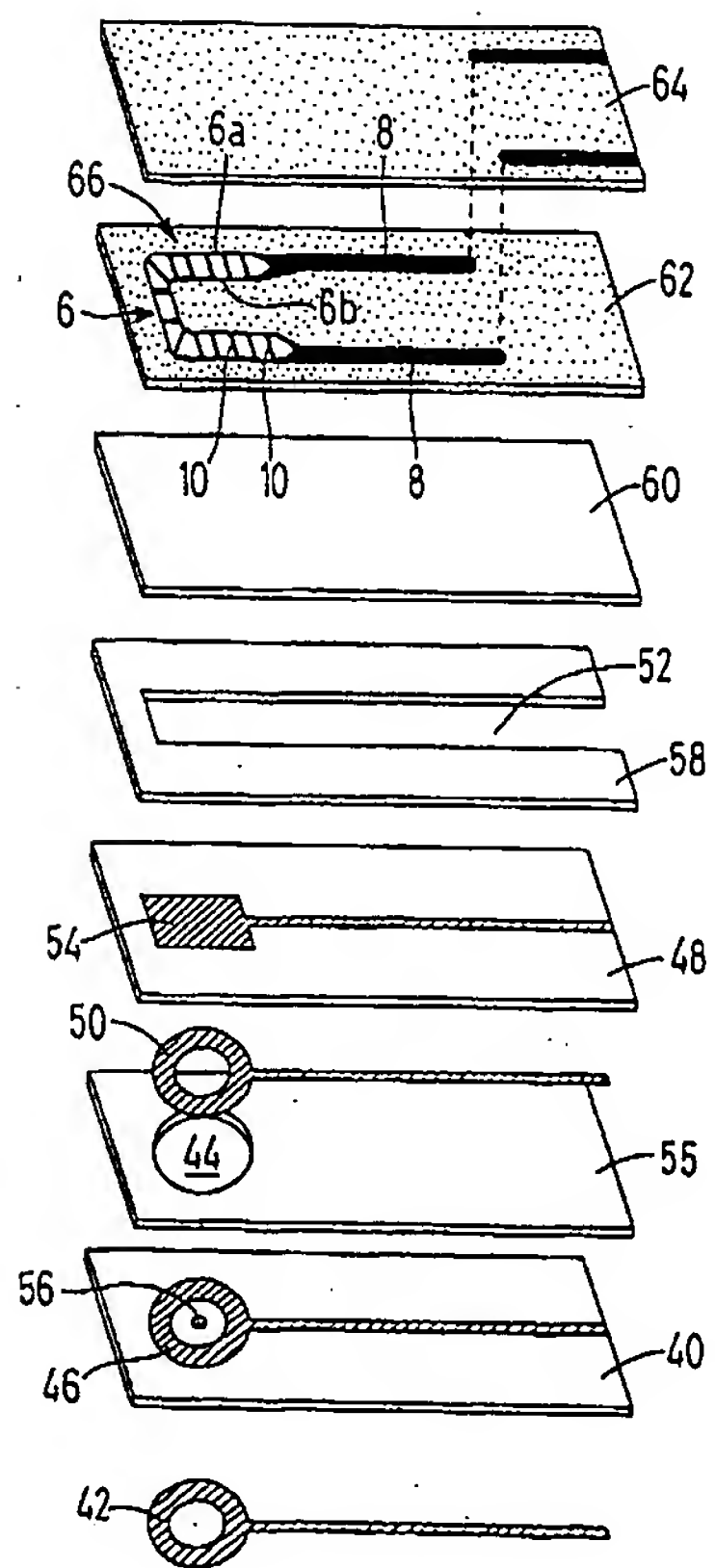
X

070000

3907312

34*

FIG. 6



X